

2. Велькин В. И., Логинов М. И. Выбор оптимального состава оборудования в кластере возобновляемых источников энергии на основе регрессионного анализа // Альтернативная энергетика и экология. 2012. № 3. С. 100–104.
3. Графический анализ экспериментальных данных и результатов математической модели кластеров ВИЭ / В. И. Велькин, С. Е. Щеклеин, М. И. Логинов, Е. В. Чернобай // Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 2. С. 131–136.
4. Программа автоматизированного расчета кластера ВИЭ «АРК-ВИЭ»: св-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2013613097 / В. И. Велькин, М. И. Логинов, Е. В. Чернобай. Зарег. 2013. 25 мар.

УДК 621.577

Манылов С. А., Лебле Г. В., Шемпелев А. Г., Суворов Д. М.
Вятский государственный университет (г. Киров),
sergei_manylov@mail.ru

ТЕПЛОНАСОСНАЯ УСТАНОВКА В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ МАЛОЙ ГЭС

В последнее время довольно часто высказываются мнения об актуальности развития возобновляемых источников энергии, в частности малых ГЭС. Использование таких станций решит проблему доступной электроэнергии для сельского хозяйства и малых предприятий, удаленных от источников снабжения.

Наличие МГЭС решит проблему локального электроснабжения предприятия либо других объектов, но остается ещё одна потребность, а именно потребность в тепловой энергии. Эту проблему можно решить путем совместной выработки как тепловой, так и электрической энергии на одной станции за счет использования теплового насоса. Часть выработанной электрической мощности идёт на привод компрессора, который обеспечивает бесперебойную работу теплового насоса, остальная часть идёт на нужды потребителей электроэнергии.

Далее представлена схема такого источника энергоснабжения на основе МГЭС с установленной двухступенчатой теплонасосной установкой (рис. 1).

В качестве примера по методике, изложенной в [1], проведен расчет источника теплоснабжения с двухступенчатой высокотемпературной испарительной установкой, имеющей в качестве источника низкопотенциальной теплоты воду с нижнего бьефа и нагревающей прямую сетевую воду до 90 °С, установленного на русловой плотине, при следующих исходных данных:

$t_{\text{исп}} = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{кон}} = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$; хладагент R-21 (рис. 2).

Установка находится на сбросе воды с конденсатора: $Q = 6,2\text{ м}^3/\text{с}$, $H_T = 9\text{ м}$, $\eta_{\text{ГЭС}} = 0,82$, $\eta_{\text{компрессора}} = 0,75$.

Мощность гидротурбины определяется как

$$N_T = 9.81 \cdot Q \cdot H_T \cdot \eta_T.$$

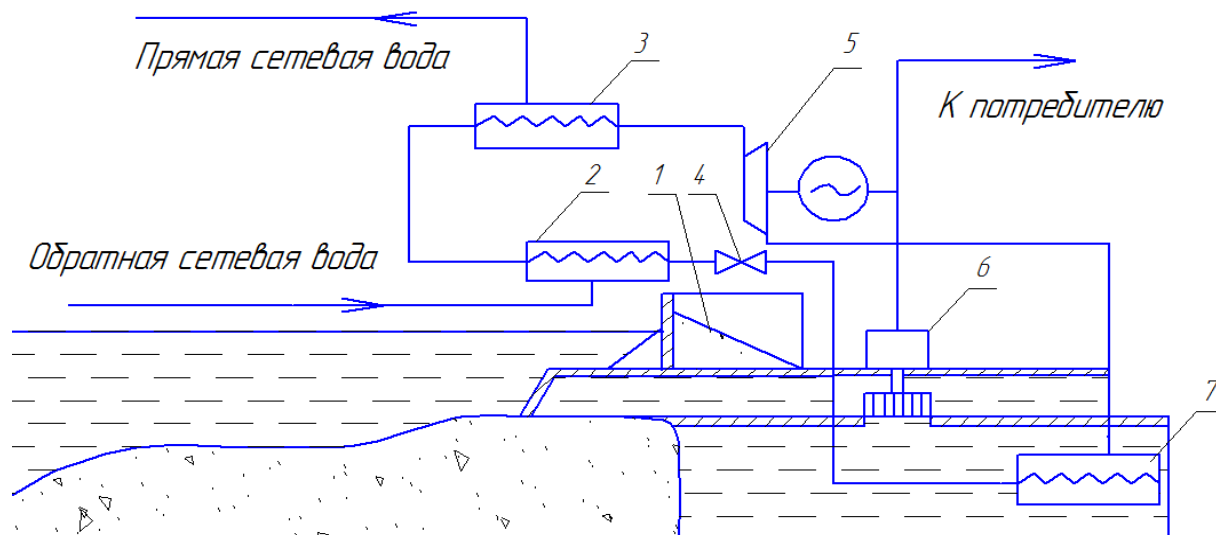


Рис. 1. МГЭС с установленной ТНУ:

1 – плотина; 2 – переохладитель; 3 – конденсатор; 4 – вентиль;
5 – компрессор; 6 – турбина и генератор; 7 – испаритель

Зная расход реки, а также напор, можно рассчитать располагаемую электрическую мощность МГЭС, которая полностью или частично может быть использована для привода компрессора ТНУ:

$$N_T = 9,81 \cdot 6,2 \cdot 9 \cdot 0,8 = 437,92 \text{ кВт}.$$

Пусть, например, требуется, чтобы тепловой насос на конденсаторе и охладителе мог выдавать тепловую мощность $Q_{\text{конд}} = 1000 \text{ кВт}$ и нагревать воду с $t_{\text{ГВ1}} = 70^\circ\text{C}$ до $t_{\text{ГВ2}} = 90^\circ\text{C}$ (недогрев в конденсаторе равен 5°C). Процесс в ТНУ изображен на рис. 2. Расход хладагента в верхнем контуре

$$G_H = \frac{Q_{\text{кон}}}{h_5 - h_7} = \frac{1000}{(515 - 308)} = 4,83 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Расход хладагента в нижнем контуре:

$$G_L = \frac{G_H}{1 + \delta} = \frac{4,83}{1,194} = 4,05 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Потребление механической энергии на привод 1-й ступени равно 234,90 кВт, 2-й ступени – 77,57 кВт и компрессора в целом – 312,47 кВт.

Электромеханический КПД электродвигателя на валу компрессора $\eta_{\text{эм}} = 0,98$. Потребление электрической энергии на привод компрессора составляет

$$N_э = \frac{N_k}{\eta_{\text{эм}}} = \frac{312,47}{0,98} = 318,85 \text{ кВт}.$$

Коэффициент трансформации тепла определяется по формуле

$$\mu = \frac{Q_{\text{коо}}}{N_э} = \frac{1000}{318,85} = 3,136.$$

Зная коэффициент трансформации тепла, можно найти количество тепла при преобразовании всей электрической энергии с гидротурбины в тепловую:

$$Q = \mu \cdot N_T = 3,136 \cdot 437,92 = 1373 \text{ кВт}.$$

